

О ШЛИФОВАНИИ ВАЛКОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ИЗ ВЫСОКОХРОМИСТОЙ СТАЛИ.

Наведено результати досліджень по шліфуванню валків холодної прокатки з високохромистої сталі.

Наиболее перспективным направлением развития производства валков холодной прокатки в настоящее время является применение новых марок стали с 3-5% содержанием хрома – 70X5МФ и 80X3МФ. В сравнении с валками, изготовленными из сталей с содержанием хрома до 2%, данные валки имеют повышенную прокаливаемость и износостойкость, менее подвержены сколам рабочего слоя и образованию наваров, что позволяет увеличить общую наработку более чем в 1,5 раза. При изготовлении валков холодной прокатки из сталей 70X5МФ и 80X3МФ важной задачей является обеспечение высокой поверхностной твердости бочки – до 95...100 HSD. Твердость валков контролируется склероскопами «Шор» после термической обработки и после окончания механообработки. Результаты контроля показывают, что процесс закалки обеспечивает заданные физико-механические свойства, но после выполнения шлифования поверхностная твердость снижается на 10-15%. Снижение твердости бочки связано с тепловым и силовым влиянием абразивного круга на поверхностный слой, образованием зон высокотемпературного отпуска [1, 2]. До настоящего времени детально разработан вопрос абразивной обработки валков холодной прокатки изготовленных из сталей типа 9Х, 9Х2, 9ХМФ. В соответствии с рекомендациями по шлифованию [4] наиболее эффективным абразивным инструментом для шлифования валков являются круги марок 25А40М3 7К, 25А40СМ1 7К, 25А40СМ2 7К на керамической связке. Данные круги имеют малый износ и обеспечивают высокую производительность. Качество поверхностного слоя при обработке данными кругами определяется правильностью выбора режимов резания, гарантирующих отсутствие прижогов, образования зон высокотемпературного отпуска и вторичной закалки. При изготовлении валков из сталей типа 9Х наибольшая производительность и заданные параметры качества поверхностного слоя достигаются шлифованием кругами марки ПП 25А40СМ2 7К7 900х305х80 35м/с на следующих режимах резания при предварительном шлифовании: скорость вращения детали – $V_d=25^{M/мин}$; скорость резания – $V_k=30^{M/с}$; скорость продольной подачи – $S=35^{мм/об}$; глубина резания – $t=0,015^{мм/ход}$; при окончательном шлифовании: $V_d=30^{M/мин}$; $V_k=23^{M/с}$; $S=15^{мм/об}$; $t=0,005^{мм/ход}$. При абразивной обработке валков из сталей 70X5МФ и 80X3МФ кругами марки 25А40СМ2 7К7 на режимах резания принятых для изготовления валков из сталей типа 9Х в поверхностном слое наблюдается

падение твердости до 10 ед. HSD, что является недопустимым. С целью обеспечения заданных физико-механических свойств рабочего слоя валков из высокохромистой стали была проведена отработка режимов резания абразивными кругами марки 25A40CM2 7K7. В работе [4] указывается, что в наибольшей степени на образование прижогов при шлифовании влияет глубина резания, в меньшей степени – скорость вращения детали, скорость резания и величина продольной подачи, поэтому при отработке режимов резания величина продольной подачи и скорость резания были приняты постоянными, $S=20^{мм}/_{об}$, $V_k=30^{м}/_{с}$. Работа велась на круглошлифовальном станке модели 3М198. При шлифовании применялся 5% раствор синтетической смазывающе-охлаждающей жидкости «Унизор-М». При каждом режиме шлифования с поверхности бочки удалялся припуск величиной 0,1 мм на сторону.

Таблица 1

Результаты отработки режимов резания при шлифования валков холодной прокатки из стали 80Х3МФ с твердостью 95-100HSD, абразивным кругом марки ПП 25A40CM2 7K7 900х305х80 35м/с.

Номер экспери- мента	Режимы резания				Средняя твердость по бочке HSD
	Глубина резания $t, \text{мм}/\text{ход}$	Скорость детали $V_d, \text{м}/\text{мин};$	Скорость круга, $V_k, \text{м}/\text{с};$	Продольная подача $S,$ $\text{мм}/\text{об};$	
Твердость бочки при входном контроле до мех. обработки					95...98
1	0,002	15	30	20	90...93
2	0,005				89...93
3	0,002	30			91...94
4	0,005				90...92

Несмотря на то, что при шлифовании на режимах указанных в таблице 1 на поверхности бочки отсутствовали визуально различимые следы прижогов (цвета побежалости), результаты измерений твердости позволяют сделать вывод о значительных структурных изменениях в поверхностном слое. Испытания абразивных кругов 25A40CM27K7 на керамической связке показали, что даже при наиболее облегченных режимах резания данные круги не могут обеспечить требуемые физико-механические свойства поверхности вала. Для удаления дефектного слоя, восстановления поверхностной твердости было проведено дополнительное шлифование бочки вала кругами с графитовым наполнителем марки ГЕ М28МЗБ 700х305х80. Шлифование графитовым кругом выполнялось на следующих режимах резания: $V_d=30^{м}/_{мин}$; $V_k=35^{м}/_{с}$; $S=10^{мм}/_{об}$; $t=0,005^{мм}/_{ход}$ с припуском 0,5 мм на диаметр. После удаления каждой 0,1 мм припуска выполнялся контроль твердости и шероховатости (профилометром «SurTronic»).

Данные таблицы 2 показывают, что дополнительным шлифованием твердость валков может быть повышена не более чем на 2 ед. HSD. Увеличение показаний твердости после шлифования графитовым кругом можно объ-

яснить снижением шероховатости поверхности, особенностями метода контроля твердости по «Шору». После обработки керамическим кругом глубина дефектного слоя по бочке вала превышает 0,5мм. Твердость не может быть восстановлена дополнительным шлифованием или полированием доводочными кругами с графитовым наполнителем.

Таблица 2

Результаты дополнительного шлифования вала графитовым кругом
ГЕ М28 М3 Б 700х305х80.

№	Величина удаляемого припуска на диаметр, мм	Шероховатость поверхности. Ra, мкм	Твердость бочки HSD
1	0,1	1,6	90...93
2	0,2	0,8	91...93
3	0,3	0,4	92...94
4	0,5	0,2	92...94

Для выбора абразивного инструмента позволяющего обеспечить заданное качество рабочего слоя валков была проведена серия испытаний шлифовальных кругов фирмы Tyrolit марки 459A362G6BO1 (характеристики данного круга – материал зерна электрокорунд, размер зерна – 500-400мкм, твердость соответствует твердости М1, средняя структура №6, связка - органическая), и кругов «Златоустовского абразивного завода» («ЗАЗ») на бакелитовой связке марок 25A40CM1 7Б5 и 25A40CM2 7Б5. Эффективность шлифовальных кругов оценивалась по следующим параметрам: 1. – Достижимый параметр шероховатости поверхности Ra, 2. – Поверхностная твердость (валок после термообработки имел твердость 95..98 HSD), 3. – Съем материала, $Q_m \text{ см}^3/\text{мин}$, 4. – Расход абразива при шлифовании $Q_a \text{ см}^3/\text{мин}$, 5. – Расход абразива при правке $Q_p \text{ см}^3$. Испытания проводились при обработке валков холодной прокатки из стали 80Х3МФ, диаметр бочки вала – Ø600мм, длина L=1000мм. При предварительном шлифовании удалялся припуск 0,7мм на диаметр, на режимах окончательного шлифования – 0,1 мм на диаметр. При шлифовании применялась синтетическая СОЖ «Castrol» «Syntilo 81Е». Испытания проводились на вальцешлифовальном станке «Herkules» WS 600-60х8000.

При шлифовании абразивными кругами 25A40CM1 7Б5, 25A40CM2 7Б5 – «ЗАЗ»; 459A362G6 BO1 отсутствовали изменения поверхностной твердости, данные круги позволили обеспечить требуемые физико-механические свойства рабочего слоя прокатных валков, заданные параметры шероховатости и точности. Результаты испытаний (таблица3) показывают, что круги марки 25A40CM1 7Б5 значительно уступают аналогам по производительности удаления материала, расходу абразива. Для достижения шероховатости поверхности ниже Ra=1,25мкм при работе кругами 25A40CM1 7Б5 по причине повышенного износа требовались дополнительные правки и выхаживающие проходы. Наибольшая производительность шлифования и наимень-

шая шероховатость поверхности обеспечивается кругами 459A362G6 BO1 «Tyrolit», они имеют также меньший, в сравнении с инструментом изготовленным «ЗАЗ» износ.

Таблица 3

Результаты испытаний абразивных кругов марок 25A40CM1 7Б5, 25A40CM2 7Б5 – «ЗАЗ»; 459A362G6 BO1 – «Tyrolit».

№	Режимы резания				25A40CM1 7Б5				
	t, мм/ ход	V _д , м/ мин	V _к , м/ с	S, мм/ об	Ra, мкм	HS _D	Q _м см ³ / мин	Q _а см ³ / мин	Q _п см ³
1	0,005	25	30	35	1,8	95	6,5	2,9	205
2	0,02	30	23	15	1,25	96	0,9	1,6	160
№	Режимы резания				25A40CM2 7Б5				
	t, мм/ ход	V _д , м/ мин	V _к , м/ с	S, мм/ об	Ra, мкм	HS _D	Q _м см ³ / мин	Q _а см ³ / мин	Q _п см ³
1	0,005	25	30	35	1,6	94	8,9	1,9	120
2	0,02	30	23	15	0,8	97	1,4	0,7	60
№	Режимы резания				459A362G6BO1				
	t, мм/ ход	V _д , м/ мин	V _к , м/ с	S, мм/ об	Ra, мкм	HS _D	Q _м см ³ / мин	Q _а см ³ / мин	Q _п см ³
1	0,005	25	30	35	1,4	95	11,2	1,2	70
2	0,02	30	23	15	0,65	98	1,8	0,3	30

Ввиду того, что цена абразивных кругов «Tyrolit» превышает «ЗАЗ» более чем в 12 раз, а производительность шлифования при работе абразивом «Tyrolit» повышается в 1,26 раз для решения о целесообразности применения шлифовальных кругов требуется сопоставление затрат на шлифование кругами марок 25A40CM2 7Б5 «ЗАЗ» и 459A362G6BO1 «Tyrolit».

Затраты на шлифование оценивали по формуле [3]:

$$C = \frac{C_p}{Q_m} + \frac{C_a}{g} + \frac{C_p \cdot \tau_{np} + C_a \cdot Q_n}{\tau} + C_{э} \cdot A \quad (1)$$

где C_p – стоимость станко-минуты шлифования, грн/мин; Q_m – производительность шлифования, см³/мин; C_a – стоимость 1 см³ полезного объема круга в грн/см³; g – удельная производительность процесса обработки; Q_n – расход абразива за одну правку в см³; τ_{np} – время правки шлифовального круга, мин; τ – период стойкости шлифовального круга, мин; $C_{э}$ – стоимость электроэнергии, грн/кВт; A – удельный расход электроэнергии на удаление материала заготовки, кВт/см³.

Удельная производительность шлифования

$$g = \frac{Q_m}{Q_a}; \quad (2)$$

При работе кругами 25A40CM2 7Б5 удельная производительность предварительного шлифования – $g_1=4,68$; окончательного шлифования $g_2=2$. При работе кругами 459A362G6BO1 удельная производительность предварительного шлифования – $g_1=9,33$; окончательного шлифования $g_2=6$.

Затраты на предварительное шлифование кругами 25A40CM2Б5:

$$C1 = \frac{1,6}{8,9} + \frac{0,04}{4,68} + \frac{1,6 \cdot 2 + 0,04 \cdot 120}{20} + 2,7 \cdot 0,08 = 0,804 \frac{\text{руб}}{\text{см}^2};$$

Затраты на окончательное шлифование кругами 25A40CM2 7Б5:

$$C2 = \frac{1,6}{1,4} + \frac{0,04}{2,0} + \frac{1,6 \cdot 2 + 0,04 \cdot 60}{20} + 2,7 \cdot 0,5 = 2,79 \frac{\text{руб}}{\text{см}^2};$$

Затраты на предварительное шлифование кругами 459A362G6BO1:

$$C1 = \frac{1,6}{11,2} + \frac{0,81}{9,88} + \frac{1,6 \cdot 2 + 0,81 \cdot 70}{20} + 2,7 \cdot 0,08 = 2,36 \frac{\text{руб}}{\text{см}^2};$$

Затраты на окончательное шлифование кругами 459A362G6BO1:

$$C2 = \frac{1,6}{1,8} + \frac{0,81}{6,0} + \frac{1,6 \cdot 2 + 0,81 \cdot 60}{20} + 2,7 \cdot 0,5 = 3,25 \frac{\text{руб}}{\text{см}^2};$$

Затраты на удаление 1 см³ припуска валка из высокохромистой стали кругами 459A362G6BO1 «Tyrolit» больше чем кругами 25A40CM2 7Б5 «ЗАЗ» при предварительном шлифовании в 2,93 а при окончательном шлифовании – в 1,16 раз. Таким образом, наиболее эффективным абразивным инструментом для шлифования прокатных валков из высокохромистой стали являются абразивные круги марки 25A40CM2 7Б5.

Выводы. Традиционная технология шлифования, отработанная в ЗАО «НKMЗ» при обработке валков холодной прокатки из сталей типа 9Х, является неприемлемой при обработке валков из высокохромистых сталей марок 80Х3МФ и 70Х5МФ с поверхностной твердостью 95...100 HSD, поскольку при их шлифовании абразивными кругами на керамической связке марок 25A40M3 7К, 25A40CM1 7К, 25A40CM2 7К глубина дефектного слоя по бочке валка превышает 0,5мм, а поверхностная твердость бочки валка снижается до 10 ед. HSD даже при работе на минимальных режимах резания, причем твердость не может быть восстановлена дополнительным шлифованием или полированием доводочными кругами с графитовым наполнителем.

Требуемая поверхностная твердость высокохромистых прокатных валков может быть обеспечена шлифованием абразивными кругами на органической связке марок 25A40CM1 7Б5, 25A40CM2 7Б5 – «ЗАЗ»; 459A362G6 BO1– «Tyrolit». Данные круги гарантируют также достижение заданной шероховатости и точности. Наиболее эффективным абразивным инструментом для шлифования валков холодной прокатки из сталей 80Х3МФ и 70Х5МФ являются круги марки 25A40CM2 7Б5.

Список литературы: 1. Надёжность и долговечность валков холодной прокатки. Полухин В.П., Николаев В.А., Тылкин М.А. и др. М., «Металлургия», 1976. 448с. 2. Валки листовых станов холодной прокатки. Новиков В.Н., Белосевич В.К., Гамазков С.М. и др. Изд-во «Металлургия», 1970, 336с. 3. Маслов Е.Н. Теория шлифования материалов. М., «Машиностроение», 1974, 320с. 4. Агасарян Р.Р. Абразивная обработка закаленных сталей типа 9Х (На примере обработки рабочих валков холодной прокатки) /Ред. С.Г. Кандаян. – Ереван. Айстан, 1971.-127с.

Поступила в редколлегию 20.10.08